

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

#2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Express Mail No.: EL627424089US

In re application of: SUUMAKI et al.

Group No.:

Serial No.: 0 /

Filed: Herewith

Examiner:

For: METHOD FOR MAKING DATA TRANSMISSION MORE EFFECTIVE AND A DATA TRANSMISSION PROTOCOL

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 19992837
Filing Date : 31 December 1999

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Tel. No.: (203) 259-1800

Type or print name of attorney

Perman & Green, LLP

Customer No.: 2512

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 15.11.2000

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

#2
J-690 U.S. PRO
09/752344
12/29/00



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

19992837

Tekemispäivä
Filing date

31.12.1999

Kansainvälinen luokka
International class

H04L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä tiedonsiirron tehostamiseksi ja tiedonsiirtoprotokolla"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

21

1

Menetelmä tiedonsiirron tehostamiseksi ja tiedonsiirtoprotokolla

5 Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen menetelmään tiedonsiirron tehostamiseksi tietoliikenneverkossa. Keksintö kohdistuu myös oheisen patenttivaatimuksen 11 johdanto-osan mukaisiin tietoliikenneverkon protokollavälineisiin. Keksintö kohdistuu lisäksi oheisen patenttivaatimuksen 12 johdanto-osan mukaiseen tietoliikenneverkossa toimivaksi järjestettyyn langattomaan viestimeen.

10

GSM-verkon (Global System for Mobile Communications) 9.6 kbit/s -siirtonopeus on nykyistenkin mittapuiden mukaan hidas, joten kasvavan multimediatarjonnan maailmassa nykyisten matkapuhelinverkkojen siirtokapasiteetti alkaa käydä niukaksi. Seuraavan sukupolven matkapuhelimelle ei enää riitä pelkkä puheen välitys, vaan järjestelmän tulee 15 kyetä välittämään myös data- ja videoyhteyksiä. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) on maailmanlaajuinen langaton multimediajärjestelmä, joka tuo langattomaan viestintään mm. hyvin nopean datasiirron ja käyttäjälle monipuolisempia mahdollisuuksia 20 uudenlaisten palvelujen muodossa. UMTS-verkon perusvaatimuksina on tarjota nykyisiä matkaviestinverkkoja parempi palvelun laatu, laajempi peittoalue, laaja lisäpalvelujen määrä ja nykyisiä järjestelmiä suurempi kapasiteetti sekä siirtonopeudessa että liittymien määrässä.

25 UMTS-verkko on joustava tiedonsiirtokanava, jota voidaan käyttää puheen, multimedian tai muun digitaaliseen muotoon saatetun informaation välittämiseen. Yksinkertaisimmillaan UMTS on lähes kaikkialla maailmassa toimiva puhelin tai kannettava tietokone, josta on jatkuva nopea yhteys Internet-verkkoon. UMTS:n datanopeus on niin suuri, että 30 se soveltuu mm. hyvälaatuisen videokuvan välittämiseen.

UMTS-järjestelmä pohjautuu perusverkkoratkaisultaan GSM-järjestelmään. UMTS tulee toimimaan n. 2 gigahertsin taajuudella eli nykyisen citypuhelinverkon (n. 1800 MHz) yläpuolella. UMTS pystyy 35 jopa 2 Mbit/s siirtonopeuteen, mikä on n. 200-kertainen verrattuna GSM:n datansiirtokykyyn. Tämä nopeus riittää jo varsin hyvälaatuisen videokuvan välittämisen sekä mahdollistaa esim. grafiikan ja multimedian siirron. Huippunopeus saavutetaan suuremmalla kaistanleveydel-

lä, datan tiiviillä pakkaamisella ja WCDMA-radiotekniikalla (Wideband Code Division Multiple Access). Erona tavalliseen CDMA-tekniikkaan (Code Division Multiple Access) on suurempi siirtokapasiteetti, parempi laatu, pienempi tehonkulutus ja noin kaksi kertaa suurempi taajuusalue.

5 Jos käytettävä sovellus tarvitsee vähemmän kapasiteettia, varataan sitä vähemmän, jolloin loput kapasiteetista jää muiden käyttöön.

UMTS:n etuna verrattuna toisen sukupolven matkapuhelimiin, kuten GSM-liittymiin, tulee olemaan 2 Mbit/s potentiaalinen siirtonopeus sekä

10 IP-tuki (Internet Protocol). Nämä yhdessä tarjoavat mahdollisuuden tarjota multimediapalveluja sekä uusia laajakaistapalveluja, kuten videopuhelut ja videoneuvottelut.

GPRS (General Packet Radio Service) on GSM-verkon tekniikkaan

15 perustuva pakettikytkentäinen datapalvelu, joka soveltuu erityisen hyvin IP-pakettien siirtoon. Uusi datasiirtotekniikka vaatii muutoksia nykyiseen GSM-verkkoon. Verkkoon tarvitaan kaksi uutta solmua, joiden avulla pakettien välitys hoidetaan. Näiden tehtävänä on huolehtia pakettien lähettämisestä ja vastaanottamisesta GSM-puhelimesta sekä

20 pakettien konvertoinnista ja lähettämisestä muihin, esim. IP-pohjaisiin verkkoihin. GPRS:ssä on määritelty neljä erilaista kanavan koodaustapaa, joiden avulla siirrettävän datan määrää voidaan säädellä verkon kuuluvuuden mukaan. Yhden aikajakson siirtokyky vaihtelee 9.05 kbit/s ja 21.4 kbit/s välillä ja maksimisiirtonopeus on noin 164 kbit/s, kun

25 kaikki kahdeksan aikajaksoa ovat yhtä aikaa käytössä. Lähetettävien pakettien maksimikoko on 2 kb. GPRS:n avulla verkon kapasiteetti voidaan käyttää paremmin hyödyksi, koska yksittäiset aikajaksot voidaan jakaa useamman yhteyden kesken.

UMTS:n protokollapinossa on muutamia suuria muutoksia GPRS:ään

30 verrattuna. Nämä johtuu siitä, että UMTS:ssä on asetettu huomattavasti suuremmat vaatimukset palvelun laadulle (QoS, Quality of Service) ja UMTS:ssä käytetään uutta radorajapintaa (WCDMA). Yksi tärkeimmistä muutoksista on se, että LLC-kerros (Link Control Layer) on poistettu

35 PDPC-kerroksen (Packet Data Convergence Protocol) alapuolelta. Tätä kerrosta vastaa GPRS:ssä SNDPC-kerros (Subnetwork Dependent Convergence Protocol). UMTS:ssä tätä LLC-kerrosta ei tarvita, koska salaus hoidetaan RAN:ssä (Radio Access Network). Signaalointi-

viestien välityksessä ei käytetä käyttäjätason protokollia. Lisäksi palvelun laatuun liittyvä multipleksaus on MAC-kerroksen (Medium Access Control) ja L1-kerroksen (Layer 1 = Physical Layer) vastuulla.

- 5 UMTS:n radorajapinnan protokolla-arkkitehtuuria on havainnollistettu kuvassa 1. Arkkitehtuuri on toteutettu verkossa toimivaan langattomaan viestimeen, joka käsittää tarvittavat protokollavälineet tiedonsiirron mahdollistamiseksi, kuten matkapuhelimeen. Jokainen lohko kuvassa vastaa kunkin protokollan ilmentymää. SAP:t (Service Access Point) 20
- 10 pisteestä-pisteeseen -yhteyksissä on merkitty kuvaan eri alikerrosten välillä olevina soikioina. UMTS:n radorajapinta on jaettu kolmeen eri protokollakerrokseen L1 (Layer 1 = Physical Layer) 10, L2 (Layer 2 = Data Link Layer) ja L3 (Layer 3 = Network Layer). Kerros L2 on jaettu alikerrokseen MAC (Media Access Control) 11, RLC (Radio Link Control)
- 15 12, PDCP (Packet Data Convergence Protocol) 14 ja BMC (Broadcast/Multicast Control) 13. Kerros L3 on jaettu kontrolli- 17 (Control) ja käyttäjätasoihin 16 (User). Alierrokset PDCP 14 ja BMC 13 esiintyvät ainoastaan käyttäjätasolla 16. Myös L3 on jaettu alikerrokseen, joista alin on RRC (Radio Resource Control) 15 ja tämän jälkeen
- 20 tulevat muut L3:n alierrokset, mm. CC (Call Control) ja MM (Mobile Management), joita ei ole esitetty kuvassa 1.

- RLC-protokollan tehtävänä on hoitaa RLC-yhteyden muodostaminen, ylläpito ja purkaminen. Koska ylemmältä PDCP-alikerroksesta 14 voi
- 25 tulla pidempiä RLC SDU:ita (Service Data Unit) 6 (kuva 3b) kuin yhteen RLC PDU:hun (Protocol Data Unit) 1a tai 1b (kuva 3a) mahtuu, RLC SDU:t 6 eli PDCP PDU:t jaetaan sopivan kokoisiin osiin eli PU:iksi (Payload Unit), ts. segmenteiksi, joita mahtuu yksi jokaiseen RLC PDU:hun 1a tai 1b. On myös mahdollista, että yhteen RLC PDU:hun 1a
- 30 tai 1b mahtuu useampi PU, jos otsikon pakkaus on käytössä. Vastaa- vasti vastaanotossa tai yhteyden toisessa päässä nämä yhdistetään jälleen yhdeksi RLC SDU:ksi 6. Otsikon pakkauksen avulla yhteen RLC PDU:hun 1a, 1b voidaan mahtuttaa useampia PU:ita. Ketjuttami- sella voidaan yhdistää eri RLC SDU:t 6 siten, että jos ensimmäisen
- 35 RLC SDU:n 6 viimeinen PU ei täytä koko RLC PDU:a 1a tai 1b, niin seuraavan RLC SDU:n 6 ensimmäinen PU voi täyttää lopun tilan tästä RLC PDU:sta 1a tai 1b. Jos ketjuttamista ei käytetä ja viimeinen PU ei täytä koko RLC PDU:a 1a, 1b, voidaan loppu täyttää täytebiteillä. PDU

ja SDU käsittävät sovitun määrän ja sovitussa muodossa informaatiota, joka on koodattu bittimuotoon.

5 Käyttäjän data voidaan siirtää pisteestä pisteeseen käyttäen kuittauksia, ilman kuittauksia tai läpinäkyvästi, jolloin RLC SDU:t siirretään lisäämättä RLC-protokollan tietoja. Tiedonsiirtoa voidaan kontrolloida käyttämällä palvelun laatuasetuksia. Jos tiedonsiirrossa tapahtuu virheitä, kun käytetään kuittauksia, virheet voidaan korjata uudelleenlähettämällä RLC PDU. RLC SDU:t voidaan toimittaa luotettavasti
10 oikeassa järjestyksessä vastaanottajalle, kun käytetään kuittauksia ja järjestysnumeroita. Jos tätä toimintoa ei käytetä, voivat RLC SDU:t saapua vastaanottajalle väärässä järjestyksessä. On mahdollista, että vastaanottajalle saapuu sama RLC PDU kahdesti, jolloin ylemmälle PDCP-alikerrokselle välitetään tämä RLC PDU vain kerran. Vastaanot-
15 taja voi myös säätää lähettäjän lähetystahtia, jos se ei ole sopiva. RLC PDU:n oikeellisuus tarkastetaan siihen liittyvän tarkistussumman perusteella RLC PDU:a vastaanotettaessa. Jos jokin RLC PDU on vioittunut, niin koko siihen liittyvä RLC SDU uudelleenlähetetään, jos uudelleenlähetys on käytössä ja uudelleenlähetysten lukumäärän
20 asetettua maksimia ei ole saavutettu. Muussa tapauksessa tämä RLC SDU hylätään. Koska myös protokollan toiminnassa voi olla virheitä, näitä virheitä pyritään löytämään ja korjaamaan.

25 RLC-protokolla tarjoaa ylemmälle PDCP-alikerrokselle palveluja, joita ovat:

- RLC-yhteyden muodostaminen ja purkaminen (RLC connection establishment/release), jonka avulla voidaan muodostaa ja purkaa RLC-yhteyksiä,
- 30 • läpinäkyvä tiedonsiirto (Transparent data transfer), jonka avulla voidaan siirtää RLC SDU:ita lisäämättä niihin RLC-protokollan tietoja mutta kuitenkin siten, että RLC SDU:n segmentointi ja kokoaminen uudelleen on mahdollista,
- tiedonsiirto ilman kuittauksia (Unacknowledged data transfer), jonka
35 avulla voidaan siirtää tietoa vastaanottajalle takaamatta sen perille-
menoa siten, että ylemmälle PDCP-alikerrokselle toimitetaan kaikki saapuneet virheettömät RLC SDU:t välittömästi vain kerran,

- tiedonsiirto käyttäen kuittauksia (Acknowledged data transfer), jonka avulla voidaan siirtää tietoa vastaanottajalle taatusti uudelleenlähetyksen avulla siten, että ylemmälle PDCP-alikerrokselle toimitetaan kaikki saapuneet virheettömät RLC SDU:t välittömästi vain kerran oikeassa järjestyksessä tai saapumisjärjestyksessä,
- palvelunlaadun asetukset (QoS settings), jonka avulla voidaan määritellä palvelunlaadun taso, jonka avulla pystytään tarjoamaan taattu tiedonsiirto vastaanottajalle siten, että uudelleenlähetyksen avulla PDCP-alikerrokselle pystytään välittämään kaikki RLC SDU:t lähetyksjärjestyksessä virheettömästi vain kerran tai saapumisjärjestyksessä virheettömästi vain kerran,
- tiedotus virheistä, joita ei pystytä korjaamaan (Notification of unrecoverable errors), jonka avulla voidaan tiedottaa PDCP-alikerrokselle siitä, ettei RLC SDU:ta pystytä välittämään, koska RLC-alikerros ei ole pystynyt korjaamaan virheellisiä RLC PDU:ita annettujen uusinta-lähetyksen ja asetetun viiveen puitteissa.

PDCP-protokollan päätehtävä on pakata ylempien protokollakerroksiin liittyvä kontrollitieto. PDCP-protokollan tehtävänä on lisäksi sijoittaa ylemmän kerroksen protokollan PDU RLC-alikerroksen ymmärtämäksi kokonaisuudeksi eli RLC SDU:ksi, pakata lähetettävä ja purkaa vastaanotettava verkon RLC PDU:n redundanttinen kontrollitieto.

Yleisesti vuonvalvontaan ja virhetilanteista toipumiseen käytetään liukuvia ikkunoita. Tässä mekanismissa kukin lähettäjä käyttää ns. lähetyssikkunaa (Transmit Window), jonka koko on ennalta määrätty. Samoin kukin vastaanottaja käyttää ns. vastaanottoikkunaa (Receive Window), jonka koko on ennalta määrätty. Oikein vastaanotetut datalohkot kuittataan lähettäjälle, mikä "siirtää" ikkunaa eteenpäin ja mahdollistaa uusien datalohkojen lähettämisen. Tämän lisäksi vastaanottaja voi lähettää pyyntöjä virheellisten datalohkojen uudelleenlähettämiseksi, joiden kuittauksen jälkeen ikkuna myös "siirtyy". Eräissä tilanteissa ikkuna "pysähtyy" (stalling), jolloin uusien datalohkojen lähettäminen keskeytyy.

Kuvaan 2 viitaten em. lähetyssikkuna käyttäytyy seuraavasti. Jokainen ikkunan vasemmalla puolella oleva paketti on lähetetty ja kuittaus niistä on saapunut. Ikkunan sisällä äärivasemmalla on ensimmäinen lähetetty

kuittaamaton paketti. Ikkunan ulkona oikealla ovat sellaiset paketit joita ei ole vielä lähetetty. Lisäksi ikkunan sisällä on osoitin joka kertoo lähetettyjen ja lähettämättömien pakettien rajan. Tämä yleensä liikuu hyvin nopeasti äärioikealle.

5

Yksi RLC-alikerroksen tärkeimmistä tavoitteista on luoda luotettava tiedonsiirtoyhteys, koska yleisesti ottaen ei alla olevan kerroksen palveluihin voi luottaa, eli viestejä voi kadota tai ne voivat korruptoitua. Väärin vastaanotettujen RLC PDU:itten uudelleenlähetyksestä huolehtii tiedonsiirtoprotokollan RLC-kerros. Uudelleenlähetyksen mekanismi perustuu edellä mainittuihin lähetys- ja vastaanotto-ikkunoihin. Tämän ikkunan koko on aina kompromissi käytetyn tiedonsiirtoprotokollan ja käytettävissä olevan muistitilan vaatimuksien kesken. Liian pieni lähetysikkuna aiheuttaa ikkunan pysähtymisen ja tiedonsiirron keskey-

10

15

Uudelleenlähetyksen mekanismi perustuu UMTS:n tapauksessa automaattiseen toistopyyntöön (ARQ, Automatic Repeat Request), joka toimii periaatteellisesti seuraavasti. Jos vastaanottoikkunan koko on yksi, vastaanottaja ei hyväksy saapuvia RLC PDU:ita elleivät ne tule järjestyksessä. Jos siis yksi RLC PDU katoaa matkalla, niin vastaanottaja hylkää kaikki myöhemmin lähetetyt RLC PDU:t, jotka on lähetetty ennen kuin lähetysikkuna on täyttynyt. Vastaanottajalle tämä menetelmä on yksinkertainen, koska puskuritilaa ei tarvita. Lähettäjä tietää myös, että mikäli kuittausta ikkunan alarajalla olevalle RLC PDU:ille ei tule, niin kaikki sen jälkeen lähetetyt RLC PDU:t on lähetettävä uudelleen. Näin lähettäjälle riittää vain yksi ajastin, joka käynnistetään aina kun ikkunan alaraja siirtyy. Kun ajastin laukeaa, koko ikkunallinen RLC PDU:ita lähetetään uudestaan.

20

25

30

Jos taas vastaanottoikkunan koko on suurempi kuin yksi, yhden kehyksen katoaminen ei välttämättä edellytä seuraavien kehysten uudelleenlähetyttä. Mikäli ne ovat saapuneet virheettöminä vastaanottajalle, niin vastaanottaja on puskuroinut niistä ne, jotka ovat mahtuneet vastaanottoikkunaan. Kadonnut tai virheellisenä saapunut kehys jää vastaanottoikkunan alarajalle, eikä vastaanottoikkuna enää siirry ennen kuin puuttuva kehys on vastaanotettu.

35

Kuvassa 2 on havainnollistettu edellä kuvattua uudelleenlähetyksmekanismia esimerkillä, jossa lähetyksen ja vastaanottoikkunan koko on 4. Esimerkki käydään läpi aikajärjestyksessä ensin lähettäjän kohdalta ja sitten vastaanottajan kohdalta. Esimerkissä lähetettävät RLC PDU:t 1a ja 1b on esitetty merkinnällä DATA (x), jossa x on RLC PDU:n järjestysnumero. Vastaavasti kuittaukset on esitetty merkinnällä ACK (x), jossa x on kuitattavan RLC PDU:n järjestysnumero.

Lähettäjä lähettää DATA (0):n, jolloin lähetyksikkuna on [0,1,2,3]. Seuraavaksi lähettäjä lähettää vastaavasti DATA (1):n. Nyt lähettäjä saa kuittauksen ACK(0), joten lähetyksikkuna on nyt [1,2,3,4]. Lähettäjä lähettää DATA (2):n. Nyt lähettäjä saa kuittauksen ACK(1), joten lähetyksikkuna on nyt [2,3,4,5]. Lähettäjä ei tiedä, että DATA (2) ei pääse koskaan perille, joten se jatkaa lähettämistä DATA (3):lla ja DATA (4):lla. Lähetyksikkuna on edelleen [2,3,4,5], koska DATA (2) ei ole tullut perille. Nyt DATA (2):n ajastin laukeaa, jolloin lähetyksen aloitetaan lähetyksikkunan alusta eli lähettämällä DATA (2). Tämän jälkeen odotetaan niin kauan, että saadaan kuittaus tai seuraava ajastin laukeaa. Lähettäjän ei tässä tilanteessa kannata lähettää seuraavia paketteja uudestaan. Järkevää yleensä onkin odottaa, tulisiko seuraavassa kuittauksessa ilmoitus siitä, että koko ikkunallinen tai ainakin osa siitä on otettu vastaan virheettömänä. Tässä tapauksessa kuittaus ACK (4) ehtii tulla ennen kuin DATA (3):n ajastin laukeaa, joten lähetyksikkuna on [5,6,7,8]. Nyt lähettäjä voi lähettää DATA (5):n. Tästä jatketaan edellä kuvatulla lailla.

Vastaanottajan saadessa DATA (0):n, jolloin vastaanottoikkuna on [1,2,3,4]. Seuraavaksi vastaanottaja lähettää kuittauksen ACK (0). Nyt vastaanottaja saa DATA (1):n, joten vastaanottoikkuna on [2,3,4,5]. Kuittaus ACK (1) lähetetään lähettäjälle. Seuraavaksi vastaanottaja saakin odottamansa DATA (2):n sijaan DATA (3):n, joten vastaanottoikkunaa ei siirretä ja DATA (3) puskuroidaan. Edelleenkin vastaanottaja odottaa DATA (2):ta, mutta saakin DATA (4):n, joten vastaanottoikkunaa ei siirretä ja DATA (4) puskuroidaan. Seuraavaksi vastaanottaja saa odottamansa DATA (2) ja puskurissa on DATA (3) ja DATA (4), joten vastaanottoikkuna on nyt [5,6,7,8]. Koska nyt ollaan saatu paketit DATA (4):ään asti, voidaan lähettäjälle lähettää kuittaus ACK (4).

Seuraavaksi vastaanottaja saa DATA (5):n, joten vastaanottoikkuna on nyt [6,7,8,9]. Tästä jatketaan edellä kuvatulla lailla.

5 Jokaiseen RLC PDU:hun liittyy tarkistussumma, jonka avulla voidaan
tarkistaa, että RLC PDU on virheetön. Tarkkaan ottaen UMTS:ssä
tarkistussumma lisätään ja tarkastetaan L1-kerroksessa, mutta loogi-
sen toiminnan kannalta tämä näyttää RLC-protokollan ominaisuudelta.
Siitä tosin seuraa, että tarkistussumman suojaama datalohko sisältää
10 myös RLC:n otsikkotiedot ja lisäksi mahdolliset MAC-protokollan
otsikkotiedot. Normaalisti käytettäessä kuittauksia virheelliset RLC
PDU:t lähetetään uudestaan niin monta kertaa kunnes ne tulevat
virheettömästi perille tai uudelleenlähetyskertojen asetettu maksimi-
määrä on tullut täyteen. Kun kaikki RLC SDU:hun kuuluvat RLC PDU:t
on välitetty vastaanottajalle oikein, voidaan RLC SDU koota ja välittää
15 ylemmälle PDCP -alikerrokselle. Jos kuittauksia ei käytetä, kaikkien
RLC SDU:hun kuuluvien RLC PDU:iden virheettömyys tarkastetaan.
Jos jokin RLC PDU on virheellinen, koko RLC SDU hylätään.

20 Langattoman ympäristön takia UMTS:llä on rajoitettu kaistanleveys
sekä suurempi virhetodennäköisyys ja pitemmät viiveet kiinteään
verkkoon verrattuna. Reaaliaikaiset sovellukset vaativat puolestaan
mahdollisimman pieniä viiveitä. Kun paketit, joissa on yksikin virhe,
hylätään ja uudelleenlähetetään, on todennäköistä, että tulee tilanteita,
joissa pakettia ei ehditä toimittaa oikein ennen kuin se on jo myöhäistä.

25 Tämän keksinnön eräänä tarkoituksena on saada aikaan reaaliaikaisille
sovelluksille sopiva pieniviiveinen tiedonsiirtoyhteys kahden pisteen
välille, jossa sallitaan myös hieman korruptoituneen tiedon välittäminen
sovellukselle. Lisäksi keksinnön tarkoituksena on parantaa reaaliaikai-
30 sen tiedonsiirron laatua.

Nämä tarkoitukset voidaan keksinnön mukaisesti saavuttaa siten, että
kaikkia virheellisiä RLC SDU:ita ei hylätä automaattisesti. RLC PDU:t
välitetään aina RLC SDU:na PDCP-alikerrokselle, mutta mikäli RLC
35 PDU:issa on havaittu virheitä, PDCP-alikerrokselle toimitetaan kootun
RLC SDU:n lisäksi tieto siitä, missä kohtaa RLC SDU:ta virheellinen
kohta on. Tämän tiedon perusteella PDCP-alikerros voi tarvittaessa

myös hylätä RLC SDU:n, jos virhe sijaitsee esimerkiksi ylempien protokollakerrosten kontrollitiedon kohdalla.

5 Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkiosassa. Keksin-
nön mukaisille protokollavälineille on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 11 tunnusmerkkiosassa. Keksin-
nön mukaiselle langattomalle viestimelle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 12 tunnusmerkkiosassa.

10 Nyt esillä olevalla keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin ratkaisuihin verrattuna. Kun RLC-alikerros voi hyväksyä virheellistä hyötykuormaa sisältävät RLC PDU:t ja koota niistä RLC SDU, niin hylättyjen RLC PDU:itten määrä vähenee huomattavas-
15 ti. Tällöin todennäköisyys sille, että ylemmälle alikerrokselle ei ehditä toimittaa ajoissa jotain RLC SDU:a pienenee huomattavasti. Lisäksi hyötykuormaa voidaan siirtää onnistuneesti ja reaaliaikaisesti myös huonojen yhteyksien välityksellä. Tässä on syytä huomata, että reaali-
aikaisten palveluiden yhteydessä käytetään yleensä tiedonsiirtoa ilman
20 kuittauksia. Tällöin RLC SDU:t tulevat helposti hylätyksi, koska RLC PDU:t voivat korruptoitua helposti ja niitä ei edes yritetä uudelleenlähet-
tää. Tällöin nyt esillä oleva keksintö antaa mahdollisuuden olla hylkää-
mättä SDU:ta ja sen sijaan yrittää hyödyntää virheellistäkin hyötykuor-
madataa.

25 Seuraavassa kuvataan keksintöä lähemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1 esittää UMTS:n protokollapinoa alimpien kerrosten osalta,

30 kuva 2 esittää esimerkkiä automaattista toistopyyntöä käyttävästä uudelleenlähetysmenetelmästä,

kuva 3a esittää tilannetta, jossa yksi RLC SDU on jaettu kahteen segmenttiin, ja toisessa segmentissä on virheellinen kohta,

35 kuva 3b esittää kuvan 3a RLC SDU:ta, joka on välitetty PDCP-alikerrokselle, ja keksinnön erään edullisen suoritusmuodon

mukaista tapaa esittää virheellinen kohta tällä PDCP-alikerroksella, ja

5 kuva 3c esittää kuvan 3a RLC SDU:ta, joka on välitetty PDCP-alikerrokselle, ja toista keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista tapaa esittää virheellinen kohta tällä PDCP-alikerroksella.

10 Reaaliaikainen tiedonsiirto asettaa viiveelle erittäin suuria vaatimuksia, joten ei ole aina mahdollista uudelleenlähettää kaikkia virheellisiä paketteja (RLC PDU) sallitun viiveen puitteissa siten, että saataisiin koottua täysin virheetön RLC SDU. Tämän takia monissa tapauksissa on hyödyllisempää, että reaaliaikaisessa tiedonsiirrossa virheellisetkin RLC SDU:t välitetään ylemmälle alikerrokselle virhetiedon kanssa.

15 Tunnetun tekniikan mukaisesti PDCP-alikerroksella ei ole kuitenkaan mitään keinoja selvittää missä tämä virhe sijaitsee. Eli on mahdollista, että virhe on PDCP:n tai ylempien protokollakerrosten, kuten TCP/IP:n otsikkotiedon kohdalla, joka voi lisäksi olla pakattuna. Tämä otsikossa oleva virhe voi aiheuttaa ylemmillä alikerroksilla vakaviakin ongelmia.

20 Tämän takia on erittäin tärkeää, että otsikkotiedot ovat täysin virheettömiä. Useimmat reaaliaikasovellukset toimivat vielä varsin hyvin siinä tilanteessa, että hyötykuorma on hieman virheellistä verrattuna siihen, että kokonainen paketti puuttuu välistä. Tämän takia on erittäin hyödyllistä tietää missä kohtaa vastaanotettua RLC SDU:a mahdolliset virheet

25 sijaitsevat.

Esimerkiksi kun halutaan siirtää videokuvaa reaaliaikaisesti tiedonsiirtoyhteyden yli, hieman virheellinen hyötykuorma ei juurikaan vaikuta esitettävän videokuvan laatuun. On oletettavaa, ettei katsoja edes pysty havaitsemaan virhettä videokuvasta. Jos taas sovellukselle ei pystytä toimittamaan jotain pakettia, koska sitä ei olla ehditty saada virheettömästi välitettyä tarpeeksi aikaisin, voi olla että videokuvaan tulee suuriakin vääristymiä tai katkos sen esittämisessä. Tämä voi häiritä käyttäjää huomattavasti enemmän kuin melkein näkymättömät muutokset videokuvassa. Yhtäläillä ääntä esittäessä pienet virheet eivät juurikaan kuulu, mutta jonkun kehyksen puuttuminen voi aiheuttaa katkoksen äänen esityksessä tai ääni vääristyy huomattavasti enemmän kuin siinä tilanteessa, että hyötykuormassa on jokin yksittäinen

35

virhe. Lisäksi monet reaaliaikasovellukset pystyvät korjaamaan virheitä jossakin määrin siten, että virhe on käyttäjälle jopa huomaamaton. Luonnollisestikin jos tiedonsiirtoyhteys on erittäin huono, virheellisiä RLC SDU:ita joudutaan hylkäämään usein. Tällöin väistämättä myös
5 esitettävä kuva tai ääni on huonolaatuisempaa kuin silloin, kun käytössä on hyvä tiedonsiirtoyhteys.

Kuviin 3a-3c samalla viitaten, datan oikeellisuus tarkastetaan RLC PDU -kohtaisesti, joten virheellinen alue 5a voidaan havaita yhden
10 segmentin 9a, 9b (RLC PDU 1a, 1b ilman RLC-otsikkoa 2) tarkkuudella. Voidaan myös käyttää jotain menetelmää, jonka avulla virheellinen alue 5a pystytään havaitsemaan tarkasti, eli pystytään päättämään mistä kohdasta virhe alkaa 7a ja mihin kohtaan se loppuu 7b. Virhe voi olla myös puuttuva RLC PDU, jolloin koottavassa RLC SDU:ssa 6 koko
15 puuttuvan RLC PDU:n sisältämän segmentin kohta on virheellistä aluetta 5a. Jos jonkin RLC PDU:n RLC-otsikossa on virhe, tämä RLC PDU joudutaan hylkäämään. Tällöin RLC SDU:ssa tämä RLC PDU:ssa oleva segmentti joudutaan merkitsemään virheelliseksi alueeksi, jos tätä RLC PDU:ta ei pystytä uudelleenlähettämään.

20 Ensimmäistä tapausta on esitetty kuvissa 3a ja 3b. Kun tässä tapauksessa kaikkia virheellisiä RLC PDU:ita 1a, 1b ei olla ehditty lähettää uudelleen siten, että kaikki RLC SDU:hun 6 kuuluvat RLC PDU:t 1a, 1b olisi saatu vastaanotettua täysin virheettöminä, joudutaan ylemmälle
25 PDCP-alikerrokselle 14 välittämään ainakin yhden virheellisen kohdan 5a sisältävä RLC SDU 6. Tämän lisäksi ylemmälle PDCP-alikerrokselle välitetään tieto virheestä tai virheistä 5a. Tähän on kaksi eri vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto on se, että ylemmälle alikerrokselle välitetään sen segmentin 9a, 9b numero, jossa tämä virhe 5a on. Tässä
30 tapauksessa PDCP-alikerroksen on tiedettävä segmentin 9a, 9b tarkka koko. Vaihtoehtoisesti RLC-alikerros voi välittää PDCP-alikerrokselle virheellisen segmentin alkukohdan 8a ja loppukohdan 8b. PDCP-alikerros tietää välitetyn virhetiedon perusteella, että virhe on jonkun tietyn segmentin sisällä, eli koko segmentin alkukohdan 8a ja loppukohdan 8b välinen alue 5b näkyy PDCP-alikerroksella virheellisenä.
35 Tästä seuraa se, että jos virhe 5a esiintyy PDCP-otsikon 3 ja/tai ylempien protokollakerrosten kontrolli-informaatiota 4 sisältävässä segmentissä 9a, 9b, koko RLC SDU 6 on hylättävä.

Toinen tapaus on esitetty kuvissa 3a ja 3c. Tässä tapauksessa ylemmälle alikerrokselle voidaan välittää tarkasti missä kohtaa RLC SDU:a virhe 5a esiintyy. Nyt PDCP-alikerrokselle välitetään niiden bittien paikka RLC SDU:ssa, josta virhe 5a alkaa 7a ja mihin kohtaan virhe 5a loppuu 7b. Tässä tapauksessa PDCP-alikerros tietää välitetyn virhetiedon perusteella tarkasti, missä kohdassa 5b virhe esiintyy, eli virheen 5a sijainti ja PDCP-alikerroksen näkemä virheen sijainti 5b ovat samoja. Tällöin PDCP-alikerroksen ei tarvitse myöskään tietää mitään RLC-alikerroksen segmentoinnista. Jotta tämä mekanismi voitaisiin toteuttaa, on RLC-alikerroksen pystyttävä laskemaan tehokkaasti tarkistussumma, jonka perusteella voidaan löytää tarkasti virheelliset alueet 5a. On luonnollisestikin mahdollista, että RLC-alikerros pystyy havaitsemaan virheet 5a ennalta määritettyjen alueiden tarkkuudella, joiden pituus voi olla esim. 1/8 RLC SDU:n pituudesta. Nyt on mahdollista se, että virhe 5a on PDCP-otsikon 3 ja/tai ylempien protokollakerrosten kontrolli-informaatiota 4 sisältävässä segmentissä 9a, 9b, mutta RLC SDU:ta 6 ei tarvitse välttämättä hylätä, kunhan virheelliseksi merkitty alue 5b ei ole PDCP-otsikon 4 kohdalla.

Kuvaan 1 viitaten RLC-alikerrokselta 12 vastaanotettu ja koottu RLC SDU 6 (kuva 3a-3c) välitetään RLC-PDCP -rajapinnan yli PDCP-alikerrokselle 14 primitiivillä RLC-AM-DATA-Ind, RLC-UM-DATA-Ind tai RLC-TR-DATA-Ind. Tätä samaa primitiiviä voidaan käyttää myös virhetiedon välittämiseen RLC-alikerrokselta 12 PDCP-alikerrokselle 14. Seuraavassa taulukossa on esitetty RLC-alikerroksen 12 ja PDCP-alikerroksen 14 väliset primitiivit. PDCP-alikerrokselle 14 välitettävä virhetieto voi olla taulukossa mainittu ESI (Error Segment Indication). ESI voi olla esimerkiksi virheen sisältävän segmentin 9a, 9b järjestysnumero tai niiden bittien lukumäärä RLC SDU:n 6 alusta, josta virheellinen alue 5b alkaa, ja tämän alueen pituus bitteinä.

Seuraavassa on myös selitetty eri primitiivien toimintaa:

- RLC-AM-DATA-Req: tällä primitiivillä PDCP-alikerros 14 pyytää RLC-alikerrokselta 12 tiedonsiirtoa, jossa käytetään kuittauksia,

- RLC-AM-DATA-Ind: tällä primitiivillä RLC-alikerros 12 toimittaa virhetietoja (ESI) ja PDCP-alikerroksen 14 RLC SDU:ita 6, jotka ovat siirretty käyttämällä kuittauksia,
- RLC-AM-DATA-Conf: tällä primitiivillä RLC-alikerros 12 vahvistaa PDCP-alikerrokselle 14 RLC SDU:n 6 siirron,
- RLC-UM-DATA-Req: tällä primitiivillä PDCP-alikerros 14 pyytää RLC-alikerrokselta 12 tiedonsiirtoa, jossa ei käytetä kuittauksia,
- RLC-UM-DATA-Ind: tällä primitiivillä RLC-alikerros 12 toimittaa virhetietoja (ESI) ja PDCP-alikerroksen 14 RLC SDU:ita 6, jotka on siirretty ilman kuittauksia,
- RLC-TR-DATA-Req: tällä primitiivillä PDCP-alikerros 14 pyytää RLC-alikerrokselta 12 läpinäkyvää tiedonsiirtoa, ja
- RLC-TR-DATA-Ind: tällä primitiivillä RLC-alikerros 12 toimittaa virhetietoja (ESI) ja PDCP-alikerroksen 14 RLC SDU:ita 6, jotka on siirretty käyttäen läpinäkyvää tiedonsiirtoa.

Yleinen nimi	Parametri			
	Req.	Ind.	Resp.	Conf.
RLC-AM-DATA	Data, CFN, MUI	Data, ESI	Ei määritelty	MUI
RLC-UM-DATA	Data,	Data, ESI	Ei määritelty	Ei määritelty
RLC-TR-DATA	Data	Data, ESI	Ei määritelty	Ei määritelty

Koska PDCP-alikerroksella 14 on RLC-alikerroksen 12 tarjoama virhetieto, voi PDCP-alikerros 14 päättää mitä virheellisille PDCP SDU:ille 6 tehdään. Päätös tehdään sen perusteella, missä kohtaa SDU:a virhe esiintyy. Esimerkiksi, jos virhe esiintyy PDCP SDU:n alkuosassa, ts. ylemmien protokollakerrosten kontrolli-informaation 4 kohdalla, on todennäköistä ettei otsikkoa pystytä purkamaan, joten ei ole kannattavaa välittää PDCP SDU:a ylemmälle kerrokselle. Tällöin on edullista hylätä tämä PDCP SDU. Esimerkiksi, jos virhe esiintyy hyötykuormassa, voidaan PDCP SDU välittää ylemmälle kerrokselle.

Nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset:

- 5 1. Menetelmä tiedonsiirron tehostamiseksi tietoliikenneverkossa, joka käsittää kerrosrakenteiset protokollavälineet tiedonsiirtoa varten, jotka protokollavälineet käsittävät ainakin ylemmän kerroksen ja alemman kerroksen, jolloin alemman kerroksen (12) tehtävänä on ainakin koota ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä datayksikkö (6) yhdestä tai useammasta vastaanotetuissa datayksiköissä (1a, 1b) olevista segmenteistä (9a, 9b), jossa menetelmässä havaitaan vastaanotetuissa segmenteissä (1a, 1b) esiintyvä yksi tai useampi virhe (5a), **tunnettu** siitä, että mainittu, ylemmälle kerrokselle välitettävä datayksikkö (6) kootaan yhdestä tai useammasta segmentistä (9a, 9b), joka käsittää yhden tai useamman virheen (5a), jolloin ylemmälle kerrokselle (14) välitetään myös tietoja yhden tai useamman virheen (5a) sijainnista.
- 10 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jossa havaitaan myös koko vastaanotettavan datayksikön (1a, 1b) puuttuminen, **tunnettu** siitä, että mainitun puuttuvan datayksikön (1a, 1b) segmentin (9a, 9b) kohta koottavassa datayksikössä (6) tulkitaan virheelliseksi alueeksi (5a).
- 15 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, jossa alemmassa kerroksessa (12) korjataan määrätyn viiveen puitteissa virheellisiä datayksiköitä (1a, 1b) käyttäen kuittauksia ja uudelleenlähetystyksiä, **tunnettu** siitä, että alemmassa kerroksessa (12) kootaan ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä datayksikkö (6) vastaanotetuissa datayksiköissä (1a, 1b) olevista segmenteistä (9a, 9b) sen jälkeen, kun kaikki datayksiköt (1a, 1b) on vastaanotettu virheettöminä, tai kun määrätyn viiveen puitteissa ei ehditä enää uudelleenlähetysten avulla korjata virheellisiä tai puuttuvia datayksiköitä (1a, 1b).
- 20 4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, jossa ylemmässä kerroksessa (14) selvitetään vastaanotetussa datayksikössä olevan segmentin (9a, 9b) koko, **tunnettu** siitä, että mainittu, ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä virhetieto käsittää
- 25
- 30
- 35

niiden vastaanotetuissa datayksiköissä (1a, 1b) olevien segmenttien (9a, 9b) järjestysnumeron, joissa virhe (5a) sijaitsee, jolloin ylemmässä kerroksessa (14) lasketaan virhetiedon ja mainitun segmentin (9a, 9b) koon perusteella alueet (5b), joiden sisällä virheet (5a) sijaitsevat.

5

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1–3 mukainen menetelmä, jossa ylemmässä kerroksessa (14) selvitetään yhden tai useamman virheen käsittävien, vastaanotetuissa datayksiköissä olevien segmenttien (9a, 9b) alku- (8a) ja loppukohta (8b), **tunnettu** siitä, että mainittu, ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä virhetieto käsittää niiden vastaanotetuissa datayksiköissä (1a, 1b) olevien segmenttien (9a, 9b) järjestysnumeron, joissa virhe (5a) sijaitsee, jolloin ylemmässä kerroksessa (14) lasketaan virhetiedon ja mainitun segmentin (9a, 9b) alku- (8a) ja loppukohdan (8b) perusteella alueet (5b), joiden sisällä virheet (5a) sijaitsevat.

10

15

6. Patenttivaatimuksen 4 tai 5 mukainen menetelmä, jolloin mainittu segmentti (9a, 9b) käsittää lisäksi ainakin ylemmän protokollakerroksen kontrolli-informaatiota (4) tai otsikon (3), **tunnettu** siitä, että koottu datayksikkö (6) hylätään, kun virhe (5a) sijaitsee ainakin osittain kootun datayksikön (6) sellaisessa osassa, jossa on ylemmän protokollakerroksen kontrolli-informaatiota (4) tai otsikko (3).

20

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1–3 mukainen menetelmä, jossa alemmassa kerroksessa (12) selvitetään virheen alku- (7a) ja loppukohta (7b), **tunnettu** siitä, että mainittu, ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä virhetieto käsittää kootun datayksikön (6) virheen (5a) alku- (7a) ja loppukohdan (7b).

25

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, jolloin mainittu segmentti (9a, 9b) käsittää lisäksi ainakin ylemmän protokollakerroksen kontrolli-informaatiota (4) tai otsikon (3), **tunnettu** siitä, että koottu datayksikkö (6) hylätään, kun virhe (5a) sijaitsee ainakin osittain ainakin osittain kootun datayksikön (6) sellaisessa osassa, jossa on ylemmän protokollakerroksen kontrolli-informaatiota (4) tai otsikko (3).

30

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1–8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu alempi kerros on RLC-kerros ja mainittu ylempi kerros on PDCP-kerros.
- 5 10. Jonkin patenttivaatimuksen 1–9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu vastaanotettu datayksikkö on RLC PDU-yksikkö ja mainittu koottu datayksikkö on RLC SDU-yksikkö.
- 10 11. Tietoliikenneverkon protokollavälineet tiedonsiirtoa varten, jotka kerrosrakenteiset protokollavälineet käsittävät ainakin ylemmän kerroksen ja alemman kerroksen, jolloin alemman kerroksen (12) tehtävänä on ainakin koota ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä datayksikkö (6) yhdestä tai useammasta vastaanotetuissa datayksiköissä (1a, 1b) olevista segmenteistä (9a, 9b) ja havaita vastaanotetuissa segmenteissä (1a, 1b) esiintyvä yksi tai useampi virhe (5a), **tunnettu** siitä, että tiedonsiirron tehostamiseksi mainitun alemman kerroksen (12) tehtävänä on myös mainitun, ylemmälle kerrokselle välitettävän datayksikön (6) kokoaminen yhdestä tai useammasta segmentistä (9a, 9b), joka käsittää yhden tai useamman virheen (5a), ja myös tietojen välittäminen ylemmälle kerrokselle (14) koskien mainittujen, yhden tai useamman virheen (5a) sijaintia.
- 15 20
- 25 12. Tietoliikenneverkossa toimivaksi järjestetty langaton viestin, joka käsittää kerrosrakenteiset protokollavälineet tiedonsiirron suorittamiseksi, jotka protokollavälineet käsittävät ainakin ylemmän kerroksen ja alemman kerroksen, jolloin alemman kerroksen tehtävänä on ainakin koota ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä datayksikkö (6) yhdestä tai useammasta vastaanotetuissa datayksiköissä (1a, 1b) olevista segmenteistä (9a, 9b), ja havaita vastaanotetuissa segmenteissä (1a, 1b) esiintyvä yksi tai useampi virhe (5a), **tunnettu** siitä, että tiedonsiirron tehostamiseksi mainitun alemman kerroksen (12) tehtävänä on myös mainitun, ylemmälle kerrokselle välitettävän datayksikön (6) kokoaminen yhdestä tai useammasta segmentistä (9a, 9b), joka käsittää yhden tai useamman virheen (5a), ja myös tietojen välittäminen ylemmälle kerrokselle (14) koskien mainittujen, yhden tai useamman virheen (5a) sijaintia.
- 30

21

(57) Tiivistelmä:

Keksinnön kohteena on menetelmä tiedonsiirron tehostamiseksi tietoliikenneverkossa, joka käsittää kerrosrakenteiset protokollavälineet tiedonsiirtoa varten, jotka protokollavälineet käsittävät ainakin ylemmän kerroksen ja alemman kerroksen, jolloin alemman kerroksen (12) tehtävänä on ainakin koota ylemmälle kerrokselle (14) välitettävä datayksikkö (6) yhdestä tai useammasta vastaanotetuissa datayksiköissä (1a, 1b) olevista segmenteistä (9a, 9b), jossa menetelmässä havaitaan vastaanotetuissa segmenteissä (1a, 1b) esiintyvä yksi tai useampi virhe (5a). Keksinnössä mainittu, ylemmälle kerrokselle välitettävä datayksikkö (6) kootaan yhdestä tai useammasta segmentistä (9a, 9b), joka käsittää yhden tai useamman virheen (5a), jolloin ylemmälle kerrokselle (14) välitetään myös tietoja yhden tai useamman virheen (5a) sijainnista.

(Fig. 3b)

14

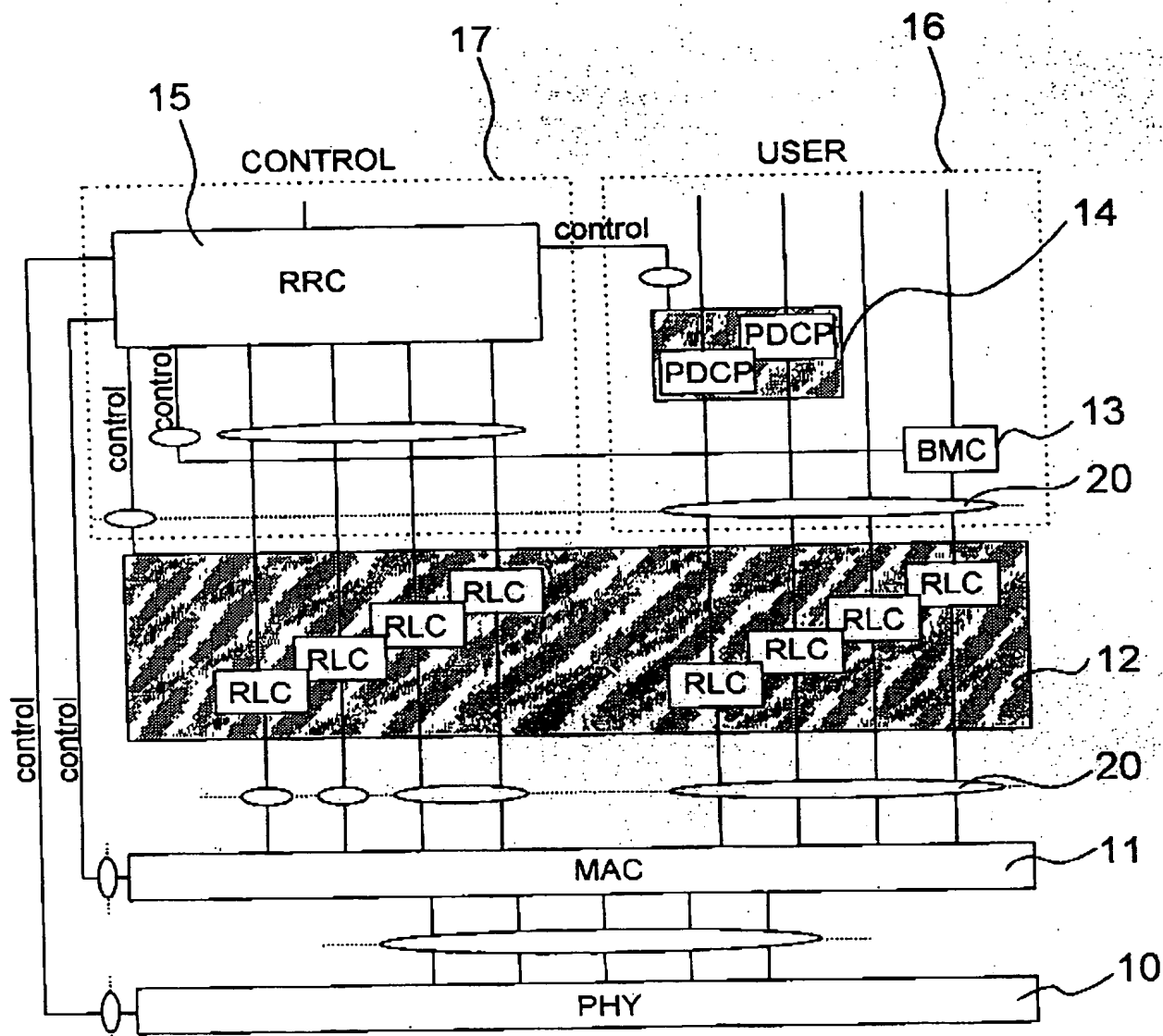


Fig. 1

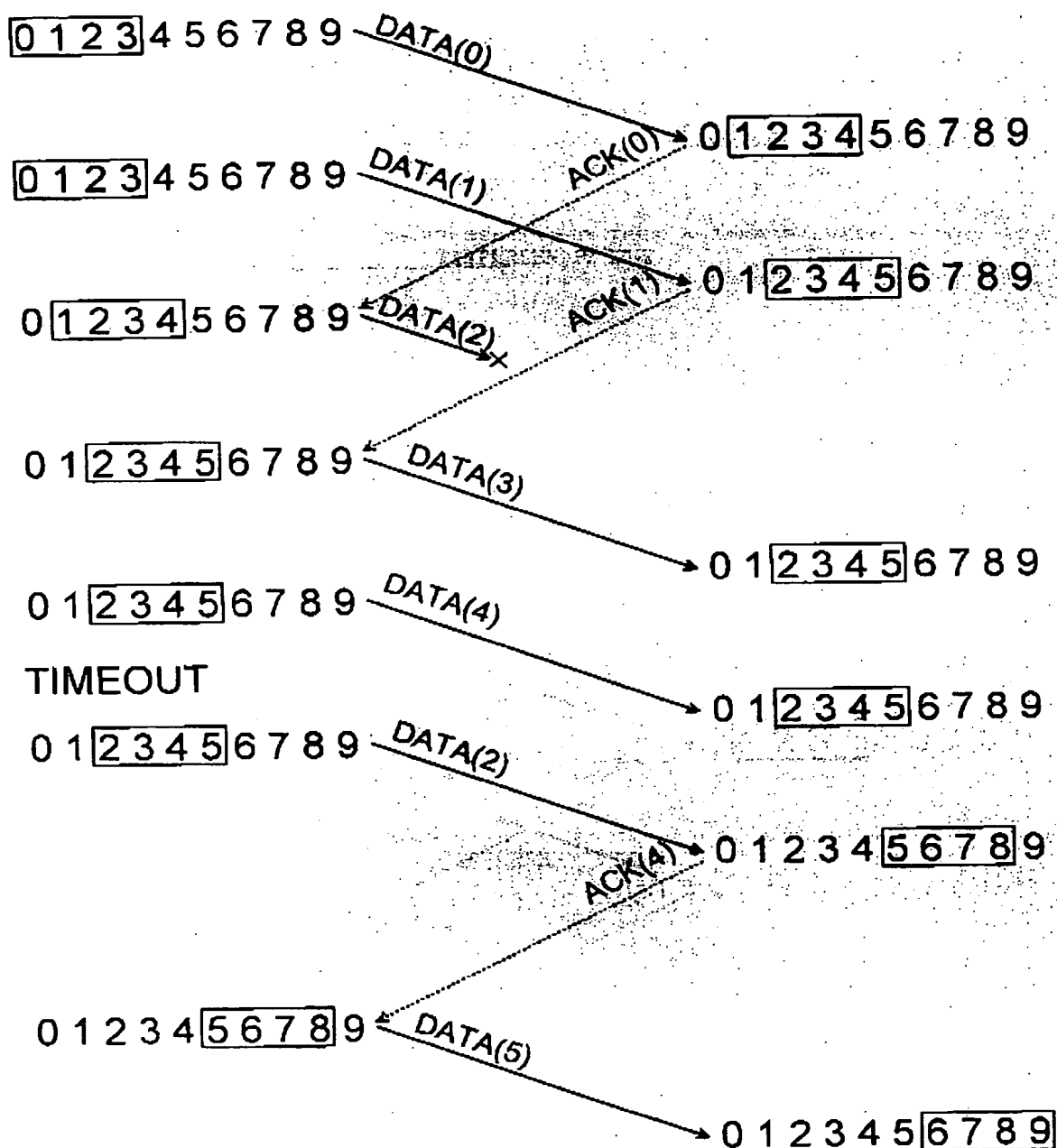


Fig. 2

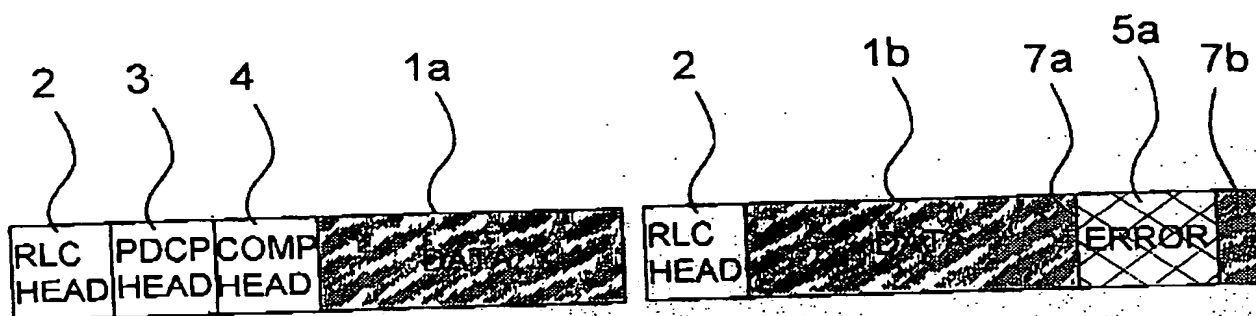


Fig. 3a

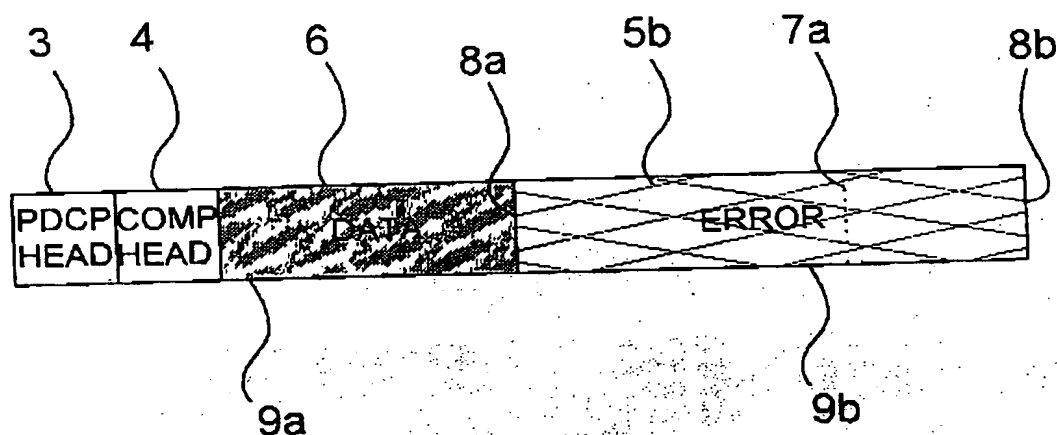


Fig. 3b

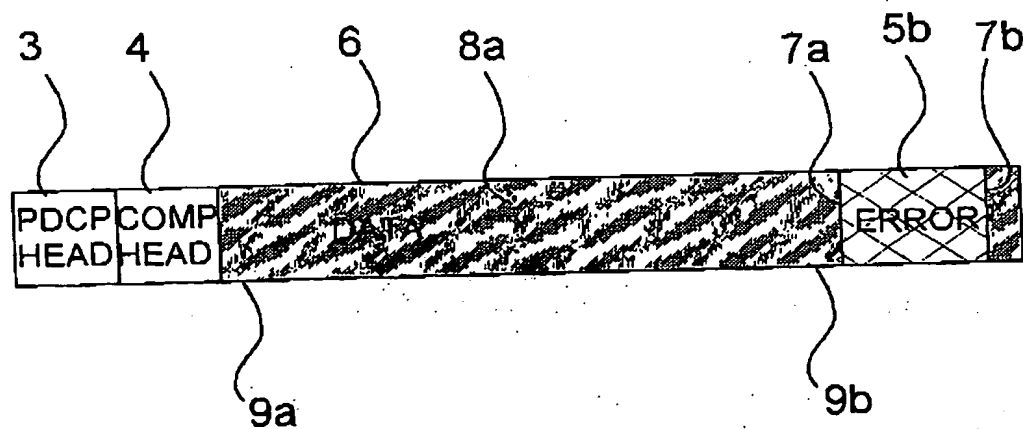


Fig. 3c

#2

CERTIFICATE

I, Tuulikki Tulivirta, hereby certify that, to the best of my knowledge and belief, the following is a true translation, for which I accept responsibility, of a certified copy of Finnish Patent Application 19992837 filed on 31 December 2000.

Tampere, 22 November 2000



Tuulikki Tulivirta

Tuulikki Tulivirta
Certified Translator (Act 1148/88)

Tampereen Patenttitoimisto Oy
Hermiankatu 6
FIN-33720 TAMPERE
Finland

Method for making data transmission more effective and a data transmission protocol

5 The present invention relates to a method according to the preamble of the appended claim 1 for making data transmission more effective in a telecommunication network. The invention also relates to protocol means of a telecommunication network according to the preamble of the appended claim 11. Furthermore, the invention relates to a wireless communication device according to the preamble of the appended
10 claim 12, arranged to function in a telecommunication network.

In the GSM network (Global System for Mobile Communications), the data transfer rate of 9.6 kbit/s is slow even according to the present standards, and in the world of a constantly growing supply of
15 multimedia, the transfer capacity of present mobile networks is becoming insufficient. For a next generation mobile phone, mere transmission of speech is not sufficient, but the system must also be capable of handling data and and video connections. The UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) is a global wireless
20 multimedia system which provides wireless communication e.g. with a very fast data transfer and the user with more versatile possibilities in the form of new kinds of services. The basic requirements of the UMTS network include the capability to provide a better quality of service than in present mobile networks, a wider coverage area, a large number of
25 additional services, as well as a larger capacity both in the transfer rate and in the number of subscriber connections than in present systems.

The UMTS network is a flexible data transmission channel which can be used to transmit speech, multimedia or other information brought
30 into digital format. In its simplest form, the UMTS is a telephone or a portable computer which functions nearly all over the world and which has a constant fast connection to the Internet network. The UMTS has such a high data rate that it is suitable for the transmission of e.g. good quality video images.

35

The basic network solution of the UMTS system is based on the GSM system. The UMTS will function at a frequency of approximately even 2 gigahertz, i.e. above the present city telephone network

(approximately 1800 MHz). The UMTS has the capacity for a transfer rate of 2 Mbit/s, which is approximately 200 times higher than the data transfer capacity of the GSM. This rate is sufficient for the transmission of video images of quite a good quality, and it enables the transmission of e.g. graphics and multimedia. The top rate is attained by a larger bandwidth, effective data compression and WCDMA radio technology (Wideband Code Division Multiple Access). When compared with the conventional CDMA technology (Code Division Multiple Access), the differences include larger transfer capacity, better quality, smaller power consumption as well as approximately twice as large a frequency domain. If the application to be used requires less capacity, less capacity is allocated, wherein the rest of the capacity is available for others.

An advantage of the UMTS when compared to second generation mobile phones, such as GSM subscriber connections, will be the potential transfer rate of 2 Mbit/s as well as IP support (Internet Protocol). Together these provide a possibility for a supply of multimedia services as well as new wideband services, such as video calls and video conferences.

GPRS (General Packet Radio Service) is a packet-switched data service related to the technology of the GSM network, which is especially well suited for the transmission of IP packets. New data transmission technology requires changes in the present GSM network. Two new nodes are required in the network to take care of the transmission of packets. The purpose of the nodes is to take care of the transmission and reception of the packets from a GSM telephone as well as of the conversion and transmission of packets to other, for example IP-based networks. The GPRS determines four different channel coding methods by means of which the amount of data to be transferred can be controlled in accordance with the reception of the network. The transfer capacity of one time slot varies between 9.05 kbit/s and 21.4 kbit/s, and the maximum transfer rate is approximately 164 kbit/s, when all the eight time slots are in use simultaneously. The maximum size of the packets to be transmitted is 2 kb. By means of the GPRS, it is possible to utilize the capacity of the

network better, because individual time slots can be divided between several connections.

5 The UMTS protocol stack contains a few substantial changes when compared to the GPRS. This is because the UMTS sets considerably higher demands for the quality of service (QoS), and a new radio interface (WCDMA) is used in the UMTS. One of the most significant changes is the fact that the LLC layer (Link Control Layer) has been removed from underneath the PDCP layer (Packet Data Convergence
10 Protocol). In the GPRS, this layer is replaced by an SMDCP layer (Subnetwork Dependent Convergence Protocol). In the UMTS, this LLC layer is not necessary, because encoding is performed in the RAN (Radio Access Network). In the transmission of signalling messages, user level protocols are not used. Furthermore, the interleaving related
15 to the quality of service is the responsibility of a MAC layer (Medium Access Control) and an L1 layer (Layer 1 = Physical Layer).

The protocol architecture of the UMTS radio interface is illustrated in Fig. 1. The architecture is implemented in a wireless communication
20 device, such as a mobile phone, operating in a network and comprising the necessary protocol means to enable data transfer. The blocks in the drawing correspond to the manifestation of each protocol. The service access points 20 (SAP) in point-to-point connections are shown as ovals located between different sublayers in the figure. The UMTS
25 radio interface is divided into three different protocol layers L1 (Layer 1 = Physical Layer) 10, L2 (Layer 2 = Data Link Layer) and L3 (Layer 3 = Network Layer). The layer L2 is divided into sublayers MAC (Media Access Control) 11, RLC (Radio Link Control) 12, PDCP (Packet Data Convergence Protocol) 14 and BMC (Broadcast/Multicast Control) 13.
30 The layer L3 is divided into a control level 17 and a user level 16. The sublayers PDCP 14 and BMC 13 are only present on the user level 16. L3 is also divided into sublayers, the lowermost of which is RRC (Radio Resource Control) 15, and it is followed by other sublayers of L3, e.g. CC (Call Control) and MM (Mobile Management), which are not shown
35 in Fig. 1.

The purpose of the RLC protocol is to set up, maintain and set down the RLC connection. Since the upper PDCP sublayer 14 may provide

longer RLC SDUs (Service Data Units) 6 (Fig. 3b) than can fit in one RLC PDU (Protocol Data Unit) 1a or 1b (Fig 3a), the RLC SDUs 6 i.e. PDCP PDUs are divided into sections of suitable size, i.e. into PUs (Payload Unit), i.e. segments, one of which fits in each RLC PDU 1a or 1b. It is also possible that several PUs fit in one RLC PDU 1a or 1b, if compression of the header is used. Correspondingly, in the reception or at the other end of the connection, these are again combined to form one RLC SDU 6. By compressing the header, several PUs can be fitted in one RLC PDU 1a, 1b. By linking, it is possible compose different RLC SDUs 6 in such a way that if the last PU of the first RLC SDU 6 does not fill the entire RLC PDU, 1a or 1b, the first PU of the next RLC SDU can fill the rest of this RLC PDU 1a or 1b. If linking is not utilized, and the last PU does not fill the entire RLC PDU 1a, 1b, the rest of it can be filled with padding bits. The PDU and the SDU comprise a predetermined amount of information in a predetermined form, encoded into bit format.

The user data can be transferred from one point to another using acknowledged, unacknowledged or transparent data transmission, wherein the RLC SDUs are transferred without adding RLC protocol information. Data transmission can be controlled using quality of service settings. If errors occur in the data transmission when acknowledgements are used, the errors can be corrected by retransmitting the RLC PDU. The RLC SDUs can be delivered in a reliable manner in the correct order to the receiver, when acknowledgements and sequence numbers are used. If this function is not utilized, the receiver may receive the RLC SDUs in a wrong order. It is possible that the receiver receives the same RLC PDU twice, wherein this RLC PDU is transmitted to the upper PDCP sublayer only once. The receiver can also adjust the transmission rate of the sender if it is not suitable. When the RLC PDU is received, its accuracy is checked on the basis of a checksum related to the same. If any part of the RLC PDU is defective, the entire RLC SDU related to the same is retransmitted if retransmission is available, and the set maximum number of retransmissions has not been reached. Otherwise this RLC SDU is discarded. Because errors may also occur in the function of this protocol, the aim is to find and correct these errors.

The RLC protocol provides services for the upper PDCP sublayer which include

- 5 • establishment and release of the RLC connection, by means of which it is possible to set up and set down RLC connections,
- transparent data transfer by means of which it is possible to transfer RLC SDUs without adding any RLC protocol information, but in such a way, however, that the segmentation and assembly of RLC SDU is possible,
- 10 • unacknowledged data transfer, by means of which it is possible to transfer information to the receiver without guaranteeing its arrival in such a way that all correct RLC SDUs are transmitted to the upper PDCP sublayer immediately only once,
- 15 • acknowledged data transfer, by means of which it is possible to transfer information to the receiver in a secure manner by means of retransmissions in such a way that all correct RLC SDUs that have arrived are transmitted to the upper PDCP sublayer immediately only once in the correct order or in the order of arrival,
- 20 • quality of service settings, by means of which it is possible to determine the quality of service which can be utilized to provide a guaranteed data transmission for the receiver in such a way that by means of retransmissions, all RLC SDUs can be transmitted to the PDCP sublayer in the transmission order correctly only once, or in the order of arrival correctly only once,
- 25 • notification of unrecoverable errors, by means of which it is possible to notify the PDCP sublayer that the RLC SDU cannot be transmitted since the RLC sublayer has not been able to correct the incorrect RLC PDUs within the scope of the given retransmissions and the set delay.

30

The main purpose of the PDCP protocol is to compress the control information related to the upper protocol layers. Another purpose of the PDCP protocol is to map the PDU of the upper layer protocol as an integer, i.e. RLC SDU, which can be understood by the RLC sublayer, 35 to compress the redundant control information at the transmitting entity and to decompress it at the receiving entity.

Generally, sliding windows are used for flow control and recovery of error situations. In this mechanism, each sender uses a so-called transmit window with a predetermined size. Similarly, each receiver uses a so-called receive window with a predetermined size. Correctly received data blocks are acknowledged to the sender, and the window is thereby transferred forward which enables the transmission of new data blocks. In addition to this, the receiver can transmit requests for retransmission of incorrect data blocks and after they are acknowledged, the window is also "transferred". In some situations, the window "stalls" wherein the transmission of new data blocks is interrupted.

With reference to Fig. 2, the aforementioned transmit window behaves in the following way. Each packet on the left-hand side of the window has been transmitted, and an acknowledgement for the same has arrived. Inside the window, on the far left side, there is the first transmitted unacknowledged packet. Outside the window on the right-hand side there are such packets which have not been transmitted yet. Furthermore, inside the window there is a cursor which indicates the limit for packets which have been transmitted and which have not been transmitted. The cursor usually slides very fast to the far right side.

One of the most important objectives of the RLC sublayer is to provide a reliable data transfer connection, because in general, the services of the underlying layer are not reliable, i.e. messages can be lost, or they can be corrupted. The retransmission of incorrectly received RLC PDUs is taken care of by the RLC layer of the data transfer protocol. The mechanism of the retransmission is based on the aforementioned transmit and receive windows. The size of this window is always a compromise between the used data transfer protocol and the requirements of the storage capacity available. Too small a transmit window causes stalling of the window, and interrupts the data transfer often, which considerably reduces the amount of data transferred.

In the case of UMTS, the mechanism of the retransmission is based on an automatic repeat request (ARQ), which basically functions in the following way. If the size of the receive window is one, the receiver does not accept the arriving RLC PDUs if they do not arrive in order.

Thus, if one RLC PDU is lost in the process, the receiver will discard all RLC PDUs transmitted later, before the transmit window has become full. For the receiver this method is simple, because no buffer space is required. The sender is also aware of the fact that if an
 5 acknowledgement for the RLC PDUs on the lower limit of the window does not arrive, all the RLC PDUs transmitted thereafter must be retransmitted. Thus, only one timer is sufficient for the sender, which timer is always turned on when the lowest limit of the window is transferred. When the timer is set off, a whole window of RLC PDUs will
 10 be retransmitted.

On the other hand, if the size of the receive window is larger than one, the loss of one frame does not necessarily require retransmission of the following frames. If they are accurate when they are received by the
 15 receiver, the receiver has buffered those frames which fit in the receive window. A frame which is lost or contains errors when it arrives, remains on the lowest limit of the receive window, and the receive window will not be transferred until the missing frame is received.

Fig. 2 illustrates the above-described retransmission mechanism using an example in which the size of the transmit and receive window is 4. The example is examined in chronological order, first from the point of view of the sender and then from the point of view of the receiver. In the example, the RLC PDUs 1a and 1b to be transmitted are indicated with
 25 reference DATA (x), in which x is the sequence number of the RLC PDU. Correspondingly, the acknowledgements are indicated with reference ACK (x) in which x is the sequence number of the RLC PDU to be acknowledged.

The sender transmits DATA (0), wherein the transmit window is [0,1,2,3]. Next, the sender transmits DATA (1) in a corresponding manner. Now, the sender receives an acknowledgement ACK (0), wherein the transmit window is now [1, 2, 3, 4]. The sender transmits DATA (2). Now, the sender receives an acknowledgement ACK (1),
 35 wherein the transmit window is now [2, 3, 4, 5]. The sender is not aware of the fact that DATA (2) never reaches its destination, and thus the process continues with the transmission of DATA (3) and DATA (4). The transmit window is still [2, 3, 4, 5], because DATA (2) has not

arrived. Now the timer of DATA (2) is set off, wherein the transmission is started from the beginning of the transmit window, i.e. by the transmission of DATA (2). Thereafter, the sender waits until an acknowledgement is received, or until the next timer is set off. In this situation, it is not advantageous for the sender to retransmit the next packets. Usually, it is reasonable to wait to see whether a notification arrives in the next acknowledgement which indicates that the entire window or at least a part of it has been received correctly. In this case, the acknowledgement ACK (4) has time to arrive before the timer of DATA (3) is set off, and thus the transmit window is [5, 6, 7, 8]. Now the sender can transmit DATA (5). Thereafter the process continues in the above-described manner.

When the receiver receives DATA (0), the receive window is [1, 2, 3, 4]. Thereafter, the receiver transmits an acknowledgement ACK (0). Now, the receiver receives DATA (1), and thus the receive window is [2, 3, 4, 5]. An acknowledgement ACK (1) is transmitted to the sender. Thereafter the receiver receives DATA (3) instead of the expected DATA (2), and therefore the receive window is not transferred, and DATA (3) is buffered. The receiver is still waiting for DATA (2), but receives DATA (4) instead, and therefore the receive window is not transferred, and DATA (4) is buffered. Next, the receiver receives the expected DATA (2) and the buffer contains DATA (3) and DATA (4), and thus the receive window is now [5, 6, 7, 8]. Since packets have now been received as far as DATA (4), it is possible to transmit an acknowledgement ACK (4) to the sender. Thereafter, the receiver receives DATA (5), and thus the receive window is now [6, 7, 8, 9]. Thereafter the process continues in the above-described manner.

Each RLC PDU contains a checksum by means of which it is possible to check that the RLC PDU does not contain any errors. More precisely, in the UMTS, the checksum is added and checked in the L1 layer, but in view of the logical operation, this resembles a feature of the RLC protocol. This, however, results in that the data block protected by the checksum also contains the header information of the RLC, and possibly also the header information of MAC protocol. Normally, when acknowledgements are used, incorrect RLC PDUs are transmitted again and again until they arrive accurately, or until the set maximum

number of retransmissions is full. When all RLC PDUs of RLC SDU have been transmitted accurately to the receiver, the RLC SDUs can be composed and transmitted to an upper PDCP sublayer. If acknowledgements are not used, the accuracy of all RLC PDUs of RLC SDU is checked. If an RLC PDU is incorrect, the entire RLC SDU is discarded.

Because of the wireless environment, the UMTS has a limited bandwidth and a larger error probability and longer delays when compared to a fixed network. Real-time applications, in turn, require as small delays as possible. When packets containing one single error are discarded and retransmitted, it is probable that there will be situations in which there is no time to transmit the packet accurately before it is too late.

It is a purpose of the present invention to produce a data transmission connection with small delays between two points, which is suitable for real-time applications and which allows the transmission of slightly corrupted data to the application. Furthermore, it is an aim of the invention to improve the quality of real-time data transmission.

According to the invention, these objectives can be attained in such a manner that all erroneous RLC SDUs are not automatically discarded. The RLC PDUs are always transmitted as RLC SDU to the PDCP sublayer, but if errors are detected in RLC PDUs, information on the location of the erroneous point in the RLC SDU is transmitted to the PDCP sublayer in addition to the composed RLC SDU. On the basis of this information, the PDCP sublayer can also discard the RLC SDU if necessary, if the error is located for example by the control information of the upper protocol layers.

More precisely, the method according to the invention is characterized in what will be presented in the characterizing part of claim 1. The protocol means according to the invention are characterized in what will be presented in the characterizing part of claim 11. The wireless communication device according to the invention is characterized in what will be presented in the characterizing part of the appended claim 12.

With the present invention, considerable advantages are attained when compared to solutions according to prior art. When the RLC sublayer is capable of accepting RLC PDUs containing erroneous payload and composing them into RLC SDU, the number of discarded RLC PDUs is considerably reduced. Thus, the probability of a situation that an RLC SDU is not transmitted in time to the upper sublayer is considerably reduced. Furthermore, the payload can be successfully transferred in real time also via poor connections. Here, it should be noted that in connection with real-time services, unacknowledged data transmission is usually used. Thus, the RLC SDUs become easily discarded because the RLC PDUs can be easily corrupted and their retransmission is not even attempted. Thus, the present invention provides a possibility not to discard the SDU, but to make an attempt to utilize erroneous payload data instead.

In the following, the invention will be described in more detail with reference to the appended drawings, in which

- Fig. 1 shows the lowest layers in the UMTS protocol stack,
- Fig. 2 shows an example of a retransmission method utilizing automatic repeat request,
- Fig. 3a illustrates a situation in which one RLC SDU is divided into two segments, and one segment contains an erroneous point,
- Fig. 3b illustrates the RLC SDU of Fig. 3a, which is transmitted to a PDCP sublayer, and a manner according to a preferred embodiment of the invention for presenting the erroneous point on this PDCP sublayer, and
- Fig. 3c illustrates the RLC SDU of Fig. 3a which is transmitted to the PDCP sublayer, and another manner according to a preferred embodiment of the invention for presenting the erroneous point in this PDCP sublayer.

Real-time data transmission sets great demands on the delay, and thus it is not always possible to retransmit all erroneous packets (RLC PDU) within the scope of the allowed delay in such a manner that a completely error-free RLC SDU could be composed. Therefore, in most cases it is more advantageous that in real-time data transmission also the erroneous RLC SDUs are transmitted to the upper sublayer with the error information. According to prior art, the PDCP sublayer is not capable of determining where the error is located. In other words, it is possible that the error is located at the header information of the PDCP or upper protocol layers, such as TCP/IP, which header information can also be compressed. This error in the header can cause serious problems in the upper sublayers. Therefore, it is extremely important that the header information is completely accurate. Most real-time applications function reasonably well in a situation in which the payload is slightly erroneous when compared to a situation where an entire packet is missing therebetween. Therefore, it is extremely useful to know where the possible errors are located in the received RLC SDU.

For example, when a video image is desired to be transmitted in real time via a data transmission connection, a slightly erroneous payload does not affect the quality of the video image to be transmitted to a large degree. It is likely that an error cannot even be detected in the video image by the viewer. On the other hand, if a packet cannot be transmitted to the application because it has not been accurately transmitted sufficiently early, great distortions may occur in the video image as well as an interruption in its transmission. This may disturb the user considerably more than almost invisible changes in the video image. Similarly, when sound is reproduced, it is unlikely that small errors can be heard, but if a frame is missing, a break may occur in the reproduction of sound, or the sound is distorted considerably more than in a situation where the payload contains a single error. Furthermore, many real-time applications are capable of correcting errors to some extent, in such a way that the error can be even imperceptible to the user. Naturally, if the data transmission connection is very poor, erroneous RLC SDUs have to be discarded often. Thus, the image or sound that is reproduced is inevitably of poorer quality than in a situation where a good data transmission connection is available.

With reference to Figs. 3a to 3c, the accuracy of the data is checked for each RLC PDU, and thus an erroneous area 5a can be detected with the accuracy of one segment 9a, 9b (RLC PDU 1a, 1b without the RLC header 2). It is also possible to utilize a method by means of which the erroneous area 5a can be detected accurately, i.e. it is possible to determine the point where the error begins 7a and where it ends 7b. The error can also be the missing RLC PDU, wherein in the RLC SDU 6 to be coded, the entire point of the segment containing the missing RLC PDU constitutes the erroneous area 5a. If there is an error in the RLC header of a RLC PDU, this RLC PDU has to be discarded. Thus, in the RLC SDU this segment contained in the RLC PDU has to be marked as an erroneous area, if this RLC PDU cannot be retransmitted.

The first case is shown in Figs. 3a and 3b. When in this case all erroneous RLC PDUs 1a, 1b have not yet been retransmitted in such a way that all RLC PDUs 1a, 1b belonging to the RLC SDU would have been received completely accurately, a RLC SDU 6 containing at least one erroneous point has to be transmitted to the upper PDCP sublayer 14. In addition, information on the error or errors 5a is transmitted to the upper PDCP sublayer. There are two alternatives for this. The first alternative is that the number of that segment 9a, 9b in which this error 5a is located is transmitted to the upper sublayer. In this case the PDCP sublayer has to be aware of the exact size of the segment 9a, 9b. Alternatively, the RLC sublayer can transmit the starting point 8a and the end 8b of the erroneous segment to the PDCP sublayer. On the basis of the transmitted error information, the PDCP sublayer knows that the error is located inside a particular segment, i.e. the entire area 5b between the starting point 8a and the end 8b of the segment is presented to be erroneous in the PDCP sublayer. This results in that if the error 5a occurs in the segment 9a, 9b containing control information of the PDCP header and/or upper protocol layers 4, the entire RLC SDU 6 has to be discarded.

Another case is shown in Figs. 3a and 3c. In this case it is possible to transmit information to the upper sublayer to indicate the exact location of the error 5a in the RLC SDU. Now, the location of those bits in the RLC SDU from which the error 5a starts 7a and where the error 5a

ends 7b is transmitted to the PDCP sublayer. In this case the PDCP sublayer knows, on the basis of the transmitted error information, the exact location 5b of the error, i.e. the location of the error 5a as well as the location 5b of the error seen by the PDCP sublayer are the same.

5 Thus, it is not necessary for the PDCP sublayer to know anything about the segmentation of the RLC sublayer. To implement this mechanism, the RLC sublayer has to be capable of efficiently calculating a checksum, on the basis of which it is possible to find the erroneous areas 5a accurately. Naturally, it is possible that the RLC sublayer is
10 capable of detecting the errors 5a with the accuracy of predetermined areas, the length of which can be e.g. 1/8 of the length of the RLC SDU. Now, it is possible that the error 5a is in the segment 9a, 9b containing control information 4 of the PDCP header and/or upper protocol layers, but the RLC SDU 6 does not necessarily have to be
15 discarded as long as the area 5b which is marked erroneous is not located by the PDCP header 4.

With reference to Fig. 1, the RLC SDU 6 (Figs. 3a to 3c) received and composed from the RLC sublayer 12, is transmitted via the RLC PDCP
20 interface to the PDCP sublayer 14 by a primitive RLC-AM-DATA-Ind, RLC-UM-DATA-Ind or RLC-TR-DATA-Ind. The same primitive can also be used for transmission of error information from the RLC sublayer 12 to the PDCP sublayer 14. The following table presents the primitives between the RLC sublayer 12 and the PDCP sublayer 14. The error
25 information to be transmitted to the PDCP sublayer 14 can be ESI (Error Segment Indication) mentioned in the table. ESI can be for example the sequence number of the segment 9a, 9b containing the error, or the number of the bits in the beginning of the RLC SDU 6 from which the erroneous area 5b begins, and the length of this area in bits.

30

In the following, the function of different primitives is also described:

- RLC-AM-DATA-Req: by means of this primitive the PDCP sublayer 14 requests for acknowledged data transmission from the RLC
35 sublayer 12,
- RLC-AM-DATA-Ind: by means of this primitive the RLC sublayer 12 transmits error information (ESI) and RLC SDUs 6 of the PDCP sublayer 14 which are transferred using acknowledgements,

- RLC-AM-DATA-Conf: by means of this primitive the RLC sublayer 12 confirms the transmission of RLC SDU 6 to PDCP sublayer 14,
- RLC-UM-DATA-Req: by means of this primitive the PDCP sublayer 14 requests unacknowledged data transmission from RLC sublayer 12
- RLC-UM-DATA-Ind: by means of this primitive the RLC sublayer 12 transmits error information (ESI) and RLC SDUs 6 of the PDCP sublayer 14, which are transmitted without acknowledgements,
- RLC-TR-DATA-Req: by means of this primitive the PDCP sublayer 14 requests the RLC sublayer 12 for transparent data transmission,
- RLC-TR-DATA-Ind: by means of this primitive the RLC sublayer 12 transmits error information (ESI) and RLC SDUs 6 of the PDCP sublayer 14, which are transferred using transparent data transmission.

General name	Parameter			
	Req.	Ind.	Resp.	Conf.
RLC-AM-DATA	Data, CFN, MUI	Data, ESI	Undefined	MUI
RLC-UM-DATA	Data,	Data, ESI	Undefined	Undefined
RLC-TR-DATA	Data	Data, ESI	Undefined	Undefined

Because the PDCP sublayer 14 contains the error information provided by the RLC sublayer 12, the PDCP sublayer 14 can decide what is to be done for the erroneous PDCP SDUs 6. The decision is made on the basis of the point where the error occurs in the SDU. For example, if the error occurs in the initial part of the PDCP SDU, i.e. in the control information 4 of upper protocol layers, it is likely that the header cannot be decompressed, and thus it is not advantageous to transmit the PDCP SDU to an upper layer. Thus, it is advantageous to discard this PDCP SDU. For example, if the error occurs in the payload, the PDCP SDU can be transmitted to the upper layer.

The present invention is not restricted solely to the embodiments presented above, but it can be modified within the scope of the appended claims.

Claims:

1. A method for making data transmission in a telecommunication network more effective, which comprises layer structure protocol means for data transmission, which protocol means comprise at least an upper layer and a lower layer, wherein the purpose of the lower layer (12) is at least to compose a data unit (6) to be transmitted to the upper layer (14) from one or more segments (9a, 9b), in which method one or more errors (5a) occurring in the received segments (1a, 1b) is detected, **characterized** in that said data unit (6) to be transmitted to the upper layer is composed from one or more segments (9a, 9b) which contain one or more errors (5a), wherein information on the location of one or more errors (5a) is also transmitted to the upper layer (14).
2. The method according to claim 1, in which it is also detected that an entire data unit (1a, 1b) to be received is missing, **characterized** in that the location of the segment (9a, 9b) of said missing data unit (1a, 1b) in the data unit (6) to be composed is interpreted as an erroneous area (5a).
3. The method according to claim 1 or 2, in which the erroneous data units (1a, 1b) are corrected in the lower layer (12) within a determined delay using acknowledgements and retransmissions, **characterized** in that in the lower layer (12) the data unit (6) to be transmitted to the upper layer (14) is composed from segments (9a, 9b) located in the received data units (1a, 1b) after all data units (1a, 1b) are received accurately, or when within a given delay there is not enough time to correct the erroneous or missing data units (1a, 1b) by means of retransmission.
4. The method according to any of the claims 1 to 3, in which the size of the segment (9a, 9b) located in the received data unit is determined in the upper layer (14), **characterized** in that said error information to be transmitted to the upper layer (14) comprises the sequence number of the segments (9a, 9b) located in the received data unit (1a, 1b) and containing the error (5a), wherein in the upper layer (14) the areas (5b) containing the errors (5a) are calculated on the basis of the error information and the size of said segment (9a, 9b).

5. The method according to any of the claims 1 to 3, in which the starting point (8a) and the end (8b) of the segments (9a, 9b) located in the received data units and containing one or more errors are
5 determined in the upper layer (14), **characterized** in that said error information to be transmitted to the upper layer (14) contains the sequence number of those segments (9a, 9b) located in the received data units (1a, 1b) in which the error (5a) is located, wherein the areas (5b) within which the errors (5a) are located are calculated in the upper
10 layer (14) on the basis of error information and the starting point (8a) and the end (8b) of said segment (9a, 9b).

6. The method according to claim 4 or 5, wherein said segment (9a, 9b) also contains at least control information (4) of the upper protocol layer or a header (3), **characterized** in that the composed data unit (6) is
15 discarded when the error (5a) is located at least partly in such a section of the composed data unit (6) which contains control information (4) of the upper protocol layer or a header (3).

20 7. The method according to any of the claims 1 to 3 in which the starting point (7a) and the end (7b) of the error are determined in the lower layer (12), **characterized** in that said error information to be transmitted to the upper layer (14) comprises the starting point (7a) and the end (7b) of the error (5a) of the composed data unit (6).

25 8. The method according to claim 7, wherein the segment (9a, 9b) also comprises at least control information (4) of an upper protocol layer or a header (3), **characterized** in that the composed data unit (6) is discarded when the error (5a) is located at least partly in such a section
30 of at least partly composed data unit (6) which contains control information (4) of an upper protocol layer or a header (3).

9. The method according to any of the claims 1 to 8, **characterized** in that said lower layer is an RLC layer and said upper layer is a PDCP
35 layer.

10. The method according to any of the claims 1 to 9, **characterized** in that said received data unit is an RLC PDU unit and said composed data unit is an RLC SDU unit.

5 11. Protocol means of a telecommunication network for data transmission, which layer structure protocol means comprise at least an upper layer and a lower layer, wherein the purpose of the lower layer (12) is to compose a data unit (6) to be transmitted to an upper layer (14) from one or more segments (9a, 9b) contained in the received data
10 units (1a, 1b) and to detect one or more errors (5a) occurring in the received segments (1a, 1b), **characterized** in that to make data transmission more effective, the purpose of said lower layer (12) is also to compose the data unit (6) to be transmitted to the upper layer from one or more segments (9a, 9b) containing one or more errors (5a), and
15 also to transmit information concerning the location of said one or more errors (5a) to the upper layer (14).

12. A wireless terminal arranged to function in a telecommunication network and comprising layer structured protocol means for data
20 transmission, which protocol means comprise at least an upper layer and a lower layer, wherein the purpose of the lower layer (12) is to compose a data unit (6) to be transmitted to an upper layer (14) from one or more segments (9a, 9b) contained in the received data units (1a, 1b) and to detect one or more errors (5a) occurring in the received
25 segments (1a, 1b), **characterized** in that to make data transmission more effective, the purpose of said lower layer (12) is also to compose the data unit (6) to be transmitted to the upper layer from one or more segments (9a, 9b) containing one or more errors (5a), and also to transmit information concerning the location of said one or more errors
30 (5a) to the upper layer (14).

Abstract:

The invention relates to a method for making data transmission more effective in a telecommunication network, which comprises layer structured protocol means for data transmission which protocol means comprise at least an upper layer and a lower layer, wherein the purpose of the lower layer (12) is at least to compose a data unit (6) to be transmitted to the upper layer (14) from one or more segments (9a, 9b), in which method one or more errors (5a) occurring in the received segments (1a, 1b) are detected. In the invention, said data unit (6) to be transmitted to the upper layer is composed from one or more segments (9a, 9b) containing one or more errors (5a), wherein information on the location of one or more errors (5a) is also transmitted to the upper layer (14).

(Fig. 3b)

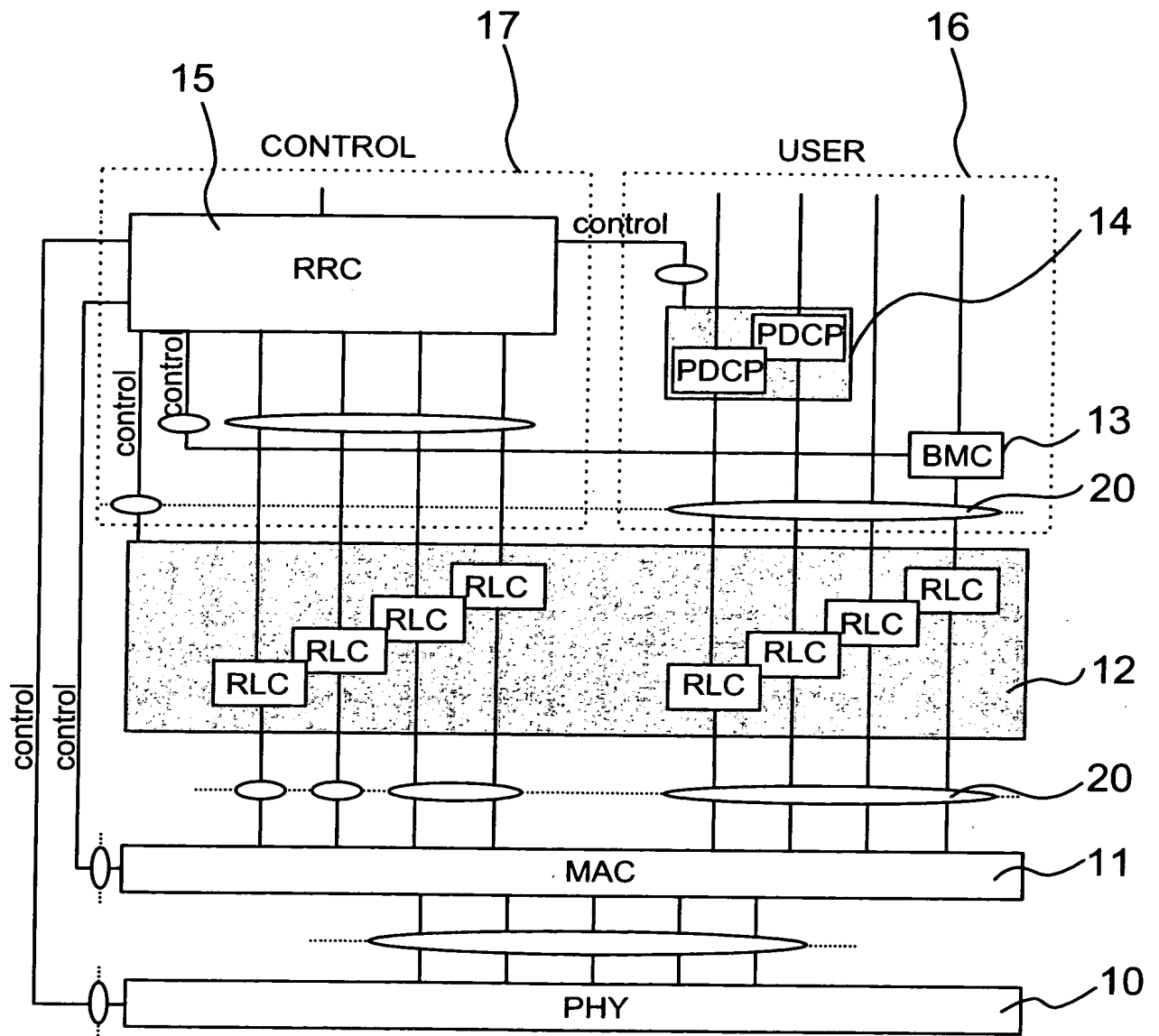


Fig. 1

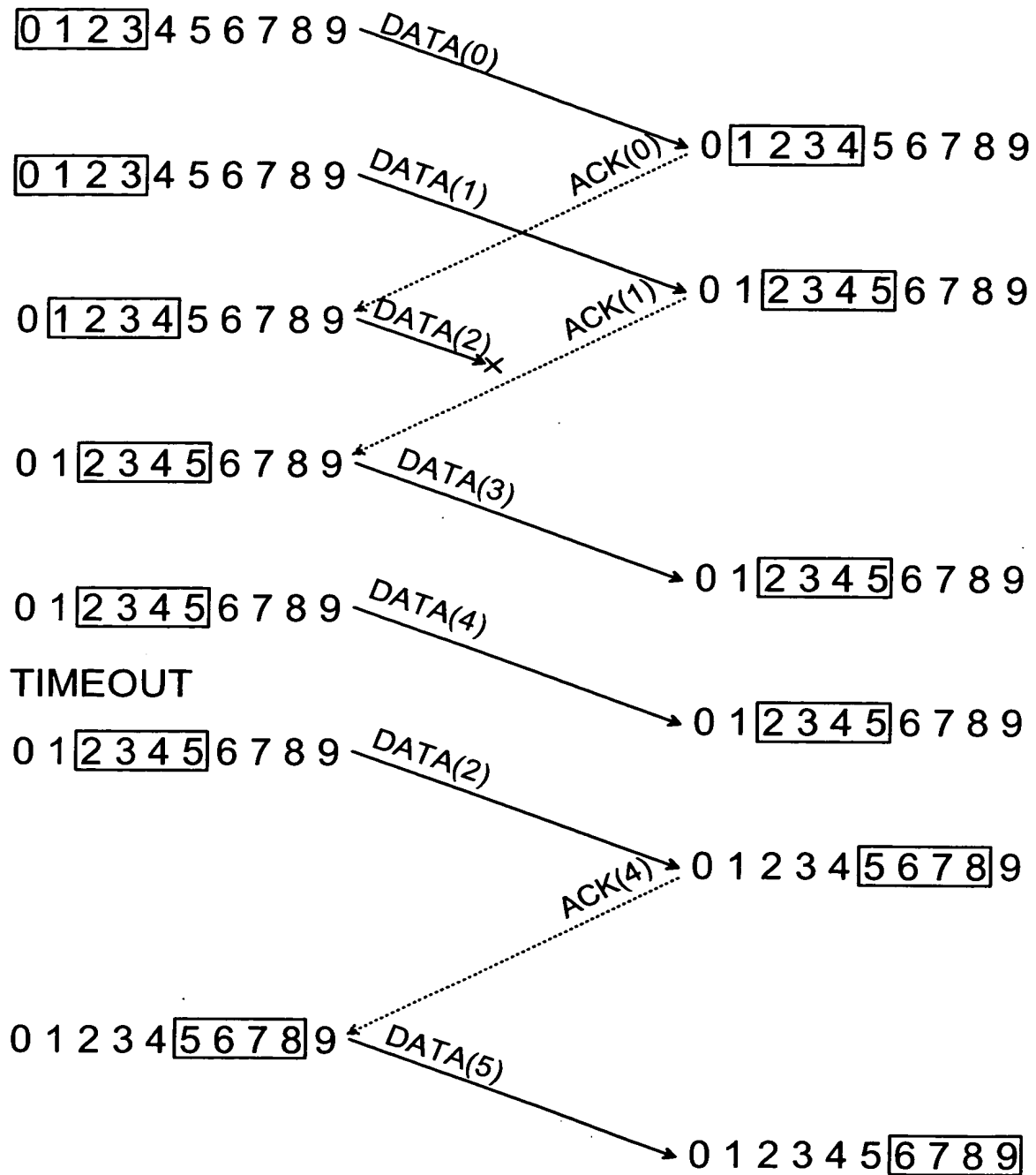


Fig. 2

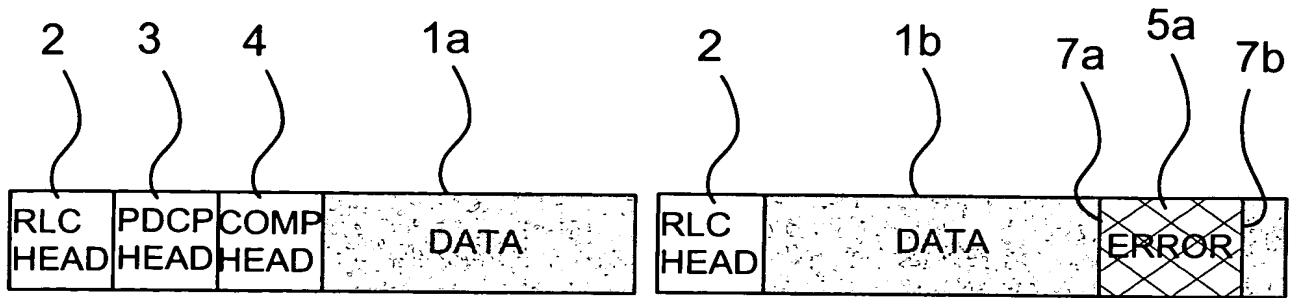


Fig. 3a

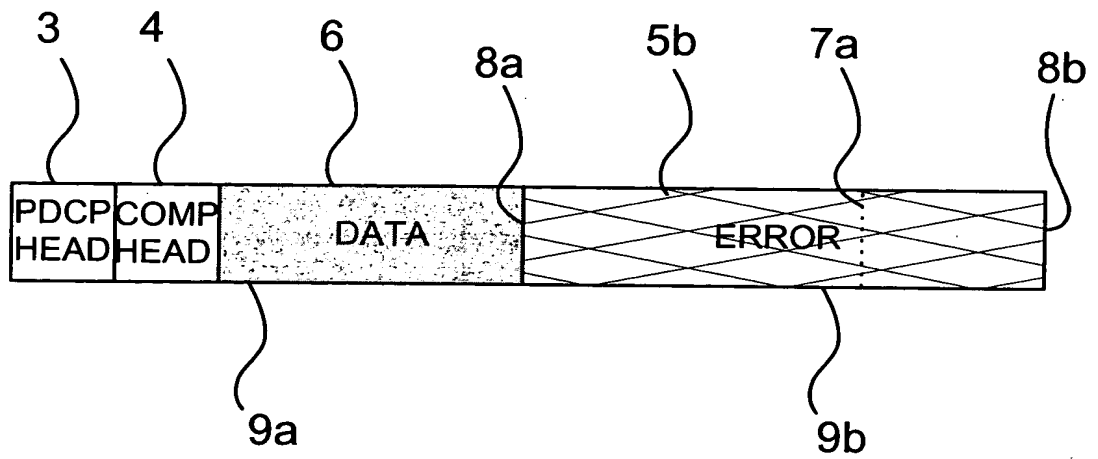


Fig. 3b

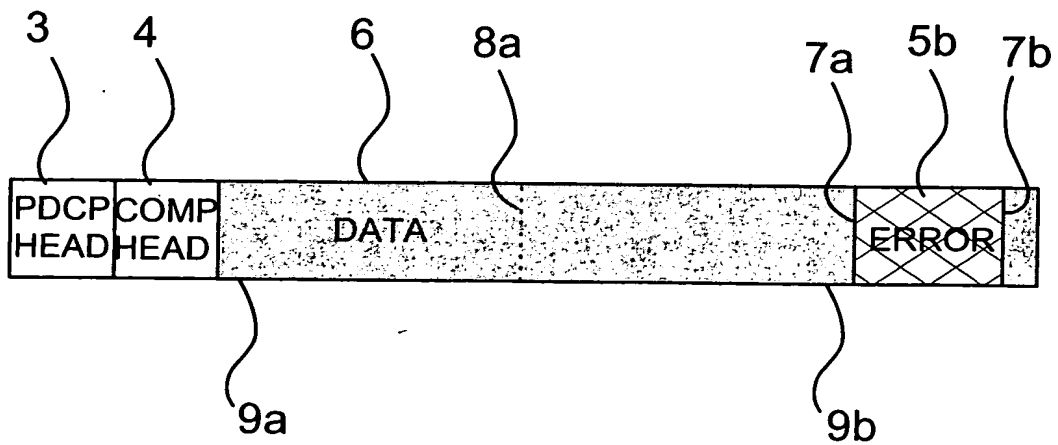


Fig. 3c